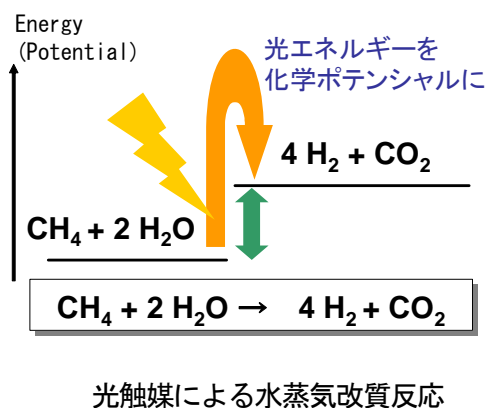


ディビジョン番号	12
ディビジョン名	触媒化学

大項目	6. 光触媒
中項目	6-2. 光触媒反応
小項目	6-2-6. 光触媒による水素製造

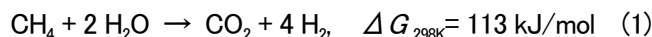
概要（200字以内）

光触媒を用いて、太陽エネルギーと再生可能な資源である水やメタンから、クリーンなエネルギーである水素を製造することが可能である。また、光触媒を用いてメタン2分子をカップリングさせたり、メタンと二酸化炭素を反応させることによって水素や合成ガスを得ることができ、現在研究が行われている。現在の課題は、光触媒活性・量子効率の向上であるが年々改良されている。

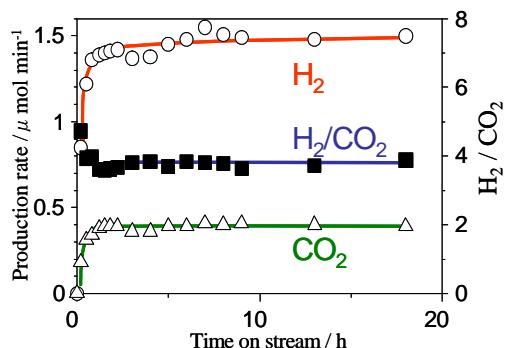


現状と最前線

水素を再生可能なエネルギーや資源を用いて製造することは重要である。光触媒により、太陽エネルギーと水とメタンを原料として、常温水蒸気改質反応(式1)により水素を製造することが可能である。この反応ではメタンは消費されて二酸化炭素になるが、光合成・バイオマステクノロジー等によりメタンに再変換が可能である。



本反応は、酸化チタンやランタンドープタンタル酸ナトリウムなどの半導体に微量の白金を添加した光触媒が有効である。後者の光触媒を用いると、流通系反応装置を用いて長時間本反応が進行する(右図)。現状としては、実験室の小さな装置で1分間に数 μmol の水素が得られるが、実用にはまだ遠く、さらに高活性を示す光触媒の開発が必要である。また、本反応はエネルギーとしての水素の製造が主目的となるので、太陽光の利用を想定すべきであり、可視光を利用できる光触媒の開発が望まれる。



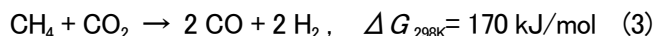
Pt/NaTaO₃:La 光触媒を用いたメタンの常温水蒸気改質反応

閉鎖系内にメタンと光触媒を導入し、紫外光を含む光を照射すると、わずかではあるがエタンと水素が得られる。これは式2で示される。



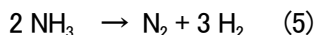
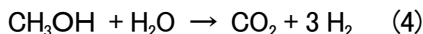
この反応でも、化学ポテンシャルの増加を光エネルギーが補償している。光触媒としては、発見当初より、シリカ系の高分散型光触媒が有効とされ研究が進められてきた。これは、例えば半導体型光触媒である酸化チタンを用いると、メタンや生成する水素が存在する還元的雰囲気中での光照射により、光触媒自身が光還元を受けてしまい、水素が得られず、失活も著しいためである。ただし、最近の研究により、半導体光触媒でも、本反応に活性を示すものも見出され、今後の展開が期待される。

さらに、光触媒によりメタンと二酸化炭素を反応させると、式3の改質反応が常温でも進行し、合成ガスが得られる。



この光触媒反応はまだ研究が始まったばかりであるが、酸化ガリウム光触媒などが有効であり、常温よりも高温のほうが反応速度が高くなることも見出されている。

さらに、工場等から排出される水中の有機物やアンモニアからも、光触媒的に水素が得られることは古くから知られている。白金添加酸化チタン光触媒などが有効である。



以上のように、光触媒反応による様々な反応によりクリーンなエネルギーである水素を得ることができる。光触媒の開発により、今後のさらなる発展が期待できる。

将来予測と方向性

太陽エネルギーの利用を想定した可視光応答型光触媒の開発が不可欠である。高活性光触媒が開発され効率が上がれば、実用化も可能となるであろう。

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

触媒設計指針の確立、反応機構や活性支配因子の解明

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

触媒設計指針に基づく高活性な可視光応答型光触媒の開発

高効率な光触媒反応装置・光源の開発、水素の分離技術

キーワード

光触媒, 水素, メタン, 改質反応

(執筆: 吉田 寿雄・吉田 朋子)